

운동유형이 대사증후군 구성요소에 미치는 영향

The Effects of Exercise type on the Components of the Metabolic Syndrome

저자 (Authors)	한상철, 천정필, 이상호 Sang Chul Han, Jeong Pil Cheon, Sang Ho Lee
출처 (Source)	한국발육발달학회지 15(2) , 2007.06, 75-85(11 pages) The Korean Journal of Growth and Development 15(2) , 2007.06, 75-85(11 pages)
발행처 (Publisher)	한국발육발달학회 Korean Society of Growth and Development
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07024062
APA Style	한상철, 천정필, 이상호 (2007). 운동유형이 대사증후군 구성요소에 미치는 영향. 한국발육발달학회지, 15(2), 75-85
이용정보 (Accessed)	상명대학교 천안캠퍼스 180.228.242.*** 2021/09/01 22:19 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

운동유형이 대사증후군 구성요소에 미치는 영향

한상철 · 천정필 · 이상호*

인천대학교

The Effects of Exercise type on the Components of the Metabolic Syndrome

Sang Chul Han, Jeong Pil Cheon, and Sang Ho Lee*

University of Incheon

Abstract This study was performed to investigate the effect of 12 weeks exercise training which divided aerobic and resistance exercise on the components of the metabolic syndrome in obese adolescents. The subjects were 30 who were divided into control group($n=10$), aerobic exercise group($n=10$) and resistance exercise group ($n=10$) according to the presence of training. The components of the metabolic syndrome consisting of plasma glucose, blood pressure, triglyceride, HDL-cholesterol, and waist circumference were measured twice, prior to and after the 12 week training period. Aerobic exercise training consisted of treadmill walking, running at 60-70% of HRR(90 minutes/day-1, 3 days/week-1) and resistance training performed three sets of lifts using 60-70% of 1RM to complete each of 12 rep/3set (3 days/week-1) during 12 weeks. The results of the present study were as follows: As for the components of the metabolic syndrome, waist circumference($p<.01$), systolic blood pressure($p<.001$), diastolic blood pressure($p<.001$), triglyceride($p<.05$) significantly decreased and HDL-cholesterol ($p<.001$) significantly increased in the aerobic and resistance exercise group, and all other components showed positive changes as well. On the other hand, in the control group, most of the components did not change significantly. And there was significant differences of training effect on waist circumference, diastolic blood pressure, triglyceride, and HDL-C between those three groups but systolic blood pressure, HDL-cholesterol did not significant. These results support that long term exercise training program which divided aerobic and resistance training can be effective regimen to prevent cardiovascular disease in obese adolescents. In conclusion, the data from this study reveals that exercise for those who have the metabolic syndrome is beneficial for the treatment of the metabolic syndrome. Furthermore one can say that lifestyle modification included exercise and diet education is an important consideration for someone who has the metabolic syndrome.

key words : metabolic syndrome, resistance, hyperlipidemia.

I. 서 론

신체의 건강함이란 일상생활에서 불편함이 없어야 하고 어떤 질병에도 걸리지 않은 상태를 말한다. 이러한 신체적 건강에 영향을 줄 수 있는 여러 변인들이 있는데 생활습관과 많은 관련성을 가진다. 생활습관에는 식습관이 중요한 요소로 최근 들어 생활습관의 서구화가 가져온 여러 문제점 중 비만으로 인한 여러 가지 질병으로 인해 우리 신체의 건강함에 치명적인 피해를 가져오고 있다. 비만은 체내 에너지의 수요와 공급의 불균형으로 인해 유발 된다. 신체의 요구량에 비해 공급되는 양이 많아지고 또한 신체활동과 기본적인 에너지 소비량이 감소하면서 피하, 내장에 축적되는 지방의 양이 증가

하는 것이다. 이러한 원인으로 성인병의 발병률을 증가시키고 또한 어린이들의 정신적인 문제에 까지 영향을 주어 심각한 사회문제로까지 발전되고 있는 실정이다. 성인기에 발생하는 비만의 형태는 지방 세포의 크기 증가만이 있으나 청소년이나 아동기의 비만은 지방세포의 수적 증가와 함께 세포 크기의 증가가 함께 나타나기 때문에 이를 개선하기 위한 식생활 습관의 개선과 규칙적인 운동이 가장 중요하다.

비만은 개인의 문제가 아니라 심각한 사회문제로 되어 가고 있는 것이 현실이다. 비만과 그 합병증으로 인해 지불해야 하는 사회적 비용이 어느 정도인지는 정확히 알려져 있지 않다. 하지만 10kg의 체중감량으로 전체 사망률이 20% 감소하고 당뇨병과 관련된 사망률은 30% 감소하며 비만과 관련된 암으로 인한 사망률은 40% 정도 감소하는 것을 비롯하여 수축기 혈압과 확장기 혈압이 각각 20 mmHg와 10 mmHg 저하되는 효과가 있다. 또한 총 콜레스테롤은 10%, LDL-C은

*Corresponding author: 이상호
인천광역시 남구 인천대길 319(도화동 177) 인천대학교
E-mail: sm5206027@naver.com

15%, 중성지방은 30% 감소되고 HDL-C은 8% 증가하며 혈중 글루코스(glucose : 이하 글루코스)는 50% 정도 감소하는 것으로 나타나, 비만 해결로 질병과 사망에 의한 많은 사회적 부담이 줄어든다는 것을 시사한다.

비만은 최근에 대사증후군(Metabolic Syndrome)이라는 신종 질환으로 분류되어 많은 연구가 진행되고 있다. 이것은 높은 공복시 혈중 글루코스, 중성지방(TG), 고밀도 지단백 콜레스테롤(HDL-C), 고혈압, 복부비만을 그 구성요소로 하고 있으며, 임상적으로 중요한 것은 관상동맥질환 위험요인의 군집화에 기인하여(DeFronzo & Ferrannini, 1991; Rupp, 1992), 결국에는 심장마비와 뇌졸중을 일으켜 생명을 위협하기 때문이다.

이처럼 대사증후군으로 대표되는 성인병의 높은 유병률은 동서양을 막론하고 심각한 사회문제로 대두되고 있다. 그리고 좌업생활, 비만, 체력 감소와 심혈관 위험 요인과의 상관관계는 이미 잘 알려져 있음(Maffei C., Zaffanello M., and Schutz Y., 1997)에도 불구하고 아직까지 이러한 질환의 급속한 확산에 대처하여 그 의학적 기전은 명확히 밝혀져 있지 않으며, 유전학적인 연구를 기반으로 하는 치료와 함께 생활습관의 변화를 통하여 그 해결책을 찾고 있다.

Laaksonen, D.E., Salonen J.T., and Niskanen L.E. (2002)의 연구에 의하면 체력이 약하거나 좌업생활을 하는 사람이 활동적인 사람에 비하여 대사증후군으로의 발달 가능성이 7배 정도 높다고 보고하였으며, CDC(Center for Disease Control and Prevention)-ACSM(American College of Sports Medicine) 권장사항인 주 3시간 이상, 4.5 METs 이상의 강도로 운동한 남자는 중강도의 운동을 주당 60분 이하로 한 남자에 비해 대사증후군으로의 발달 가능성이 절반으로 낮아졌다고 하였다. 특히 주 60분 이상의 고강도 운동에 참가한 남자의 경우가 좌업생활을 하는 남자에 비하여 보다 극적인 감소를 보인다고 하였다. 신체활동은 대사증후군의 예방과 치료에 중요하다. Martin 등(1993)은 규칙적인 운동이 항고혈압 효과가 있으며, 고혈압의 예방뿐만 아니라, 특히 초기 고혈압에서 운동치료는 가장 효과적 이라고 보고하였다.

하지만 생활습관의 변화가 대사증후군의 구성요소에 긍정적인 영향을 미친다는 분명한 증거들에도 불구하고 이들 선행연구들의 대부분은 장기간의 운동에 따른 처치효과에 관한 연구일 뿐 운동 형태에 따른 효과를 제시한 연구는 많지 않다. 이에 본 연구는 12주간의 운동형태가 비만청소년의 대사증후군 구성요소에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 실시하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 의학적으로 특별한 질환이 없으며, 전문적이거나 규칙적인 운동프로그램에 참가한 경험이 없는 체지방률이 남학생 25%, 여학생 30% 이상인 비만 중학생 30명을 대상으로 하였다. 이들 중 20명은 실험군으로, 10명은 대조군으로 분류하였으며, 실험군은 다시 유산소 운동그룹 10명, 저항운동 그룹 10명으로 구분하였다. 피험자는 본 연구의 기간 동안 실시되는 운동형태에 따른 트레이닝을 수행할 수 있고, 약물복용, 흡연 등 실험에서 제시되는 금기사항을 끝까지 잘 이행할 수 있는 자로 선정하였다. 아울러, 연구의 목적과 절차를 잘 이해하고 자발적으로 참여하는 자를 우선적으로 선정하여, 실험 동의서에 서명을 받았으며, 트레이닝에 의한 신체적 특성변화는 Table 1.과 같다.

2. 연구 방법

본 연구는 12주간 운동형태(유산소 / 저항)에 따른 비만 청소년의 대사증후군의 구성요소(혈압, 혈중 글루코스, 중성지방, HDL-콜레스테롤, 허리둘레)에 미치는 효과를 규명하기 위하여 사전 · 사후 실험을 실시하였다.

1). 연구 절차

피험자 선정 후 대사증후군 구성요소의 평가를 위해 사전, 사후검사를 실시하였으며, 4주 후에는 운동그룹별로 다시 심폐능력과 근력을 재평가하여 점증적으로 강도를 높여 운동프로그램을 실시하였다. 본 연구의 실험은 실험의 정확성을 높이기 위하여 검사 일자와 순번을 정하여 사전 · 사후 동일한 순서에 의해 숙련된 동일한 검사자가 동일한 참가자를 측정하도록 하였다.

(1) 혈압 검사

혈압의 측정은 10분간 앉아서 안정을 취한 상태에서 수은혈압계를 이용하여 숙련된 간호사가 5Hg 단위로 측정하도록 하였다. 2번 측정된 혈압치는 평균을 내어 평균 혈압치로 하였다.

(2) 혈액 검사

참가자는 검사 12시간 전에 식사를 한 후, 검사 30분전에 검사실에 도착하여 안정시 혈액을 상완정맥에서 채혈하고, 혈액분석기를 이용하여 글루코스, 중성지방, HDL-C의 농도를 검사하였다.

Table 1. Comparison of physical characteristics and body compositions among the groups

			Age (yr)	Heightm (cm)	Weight (kg)	FFM (%)	Waist (cm)
Exercisegroup	Aerobic (n = 10)	pre	13.4 ± 0.5	165.8 ± 5.9	72.6 ± 10.3	33.8 ± 2.7	91.1 ± 9.5
		post		166.4 ± 6.0	70.7 ± 11.3	31.9 ± 3.8	88.5 ± 9.1
	Resistance (n = 10)	pre	13.1 ± 0.3	165.3 ± 8.6	69.8 ± 15.9	31.8 ± 6.6	89.5 ± 11.4
		post		165.6 ± 8.4	67.8 ± 14.9	30.1 ± 6.1	87.6 ± 10.9
Control (n = 10)		pre	13.1 ± 0.6	163.9 ± 8.0	73.0 ± 14.0	34.3 ± 5.7	92.1 ± 11.5
		post		164.5 ± 7.8	74.8 ± 14.5	35.4 ± 5.3	93.8 ± 11.1

Values are Means ± SD

(3)운동프로그램

피험자는 운동프로그램 시작 전에 저항 운동그룹은 최대근력(1RM) 측정과 저항기구 사용방법, 유산소 운동그룹은 유산소 운동을 위한 트레드밀 걷기, 사이클 에르고미터, 그리고 줄넘기 적응 훈련을 실시하며 사전실험이 끝나는 대로 실험집단은 각 그룹별로 유산소 운동과 저항 운동을 제시된 운동프로그램별로 운동을 시작하였다.

운동 전후 10분간의 스트레칭을 포함하였으며 저항 운동은 10종목(squat, leg extension, lying leg curl, military press, leg press, lat. pulldown, bench press, crunch, leg raise, dead lift)으로 구성하여 1RM의 60-70%로 각 15회씩 2-3세트를 실시하였다. 세트 간 휴식은 1분, 종목 간 휴식은 2분으로 구성하여 실시하였다. 유산소 운동그룹의 운동 강도는 ACSM(2000)에서 제시한 체중 감소를 위한 유산소성 운동프로그램을 기준으로 중강도(60-70% of HRR)로 실시하였다(Table 2). 목표심박수(Target Heart Rate, THR)의 산출은 일반적 공식인 최대심박수(220-나이)를 이용하였다. 즉, '목표심박수(THR) = 운동 강도(%) × (최대심박수 - 안정시 심박수) + 안정시 심박수' 이용하여 목표심박수(THR)를 계산하였다.

1회 운동량은 일반적으로 체중조절에 권장되는 에너지 소비량인 300 kcal(ACSM, 2000)를 설정하고, 운동시 분당 측정된 호흡교환율 수치와 비단백성 R값의 에너지 당량표를 참조하여 kcal/O₂/l의 값과 산소섭취량(l/min)을 계산하여 각각의 분당 에너지 소비량을 산출하고 그 합으로 300 kcal를 산출하였다.

3. 측정 도구

본 연구의 변인 측정에 사용한 측정도구는 Table 3과 같다.

Table 2. Aerobic exercise program

	1month	2month	3month
mode	Ropeskip, tredmille walk / Bicycle	Ropeskip, tredmille walk/ Running, Bicycle	Ropeskip, tredmille walk/ Running, Bicycle
Intensity	50% of HRR	65% of HRR	70% of HRR
time	40min	40min	40min
frequency	3time/week	3time/wee	3time/wee
RPE	13	13	13
Work	300 kcal	350 kcal	400 kcal

Table 3. Instruments for measurement

	Model	Measurement Factor
Body Measurement	SH-9600A-P (Korea)	Hight
Heart rate	Polar (S810)	Heartv rate
Bodycomposition	Inbody 3.0 (Biospace)	FFM
Biochemistry Analysis	Hitachi 747 (Japan)	Plasma Glucose, TG, HDL, Cholesterol
BPGauge	BPDigital	Blood Pressure
Bicycle Ergometer	Monark	Exercise test

4. 자료 처리

본 연구의 가설을 검증하기 위하여 실험에서 얻어진 모든 변인들의 값은 윈도우용 SPSS Ver. 11.0 통계 프로그램을 이용하여 운동처치에 따른 집단별 대사증후군 구성요소(허리둘레, 혈압, 공복시 혈중 글루코스, 중성지방, HDL-C)의 평균과 표준편차를 구하였고 운동처치에 따른 집단별 대사증후군 구성요소의 변화를 알아보기 위하여 처치종류에 따른 집단과 운동처치 시점을 두 독립변인으로 하는 반복측정이 있는 이원 분산변량분석(two-way ANOVA with repeated measures)을 실시하였다. 운동처치에 따른 집단간 대사증후군 구성요소의 차이를 규명하기 위하여 사전값에서 유의한 차이가 발생하여 사후 값에서 사전 값을 뺀 값을 가지고 집단 간 일원변량분산 분석(One-way ANOVA)을 실시하였으며, Turkey법을 이용하여 사후검증을 실시하였다. 모든 자료 분석의 통계적 유의 수준은 .05로 하였다.

II. 연구 결과

비만청소년을 대상으로 12주간 운동유형(유산소 및 저항운동)에 따른 대사증후군 구성요소에 미치는 영향을 알아보고자 실시한 본 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 운동이 대사증후군 구성요소에 미치는 영향

1) 허리둘레

운동처치에 따른 집단별 허리둘레의 평균과 표준편차는 Table 4와 같다. Table 4에서 보는 바와 같이 통제그룹의 운동처치 전·후 허리둘레의 평균은 92.1 cm, 93.8 cm, 유산소 운동그룹의 경우 91.1 cm, 88.5 cm, 저항 운동그룹의 경우 89.5 cm, 87.6 cm로 나타났다. 특히 유산소 운동그룹과 저항 운동그룹은 운동처치 전에 비하여 운동처치 후 각각 2.8%, 2.1% 감소된 것으로 나타났다.

집단별 운동처치에 따른 허리둘레의 반복측정 분산분석표는 Table 5와 같다. Table 5에서 보는 바와 같이 허리둘레는

Table 4. Change of waist circumference on the treatment in each group

Group	Control		Aerobic		Resistance	
Factor	(n = 10)		(n = 10)		(n = 10)	
	pre	post	pre	post	pre	post
waist	92.1	93.8	91.1	88.5	89.5	87.6
circumference	± 11.5 *	± 11.1	± 9.5	± 9.9	± 11.4	± 10.9
(cm)						

Values are Means ± SD

Table 5. Result of ANOVA about waist circumference on the treatment in each group

Source	SS	df	MS	F	p
Treatment	12.42	1	12.42	9.819	.004
Treatment*Group	53.07	2	26.53	20.974	.001
Error	34.16	27	1.27		

p < .05

Table 6. Result of ANOVA about waist circumference on the treatment among the group

Source	SS	df	MS	F	p
Group	106.13	2	53.07	20.974	.001
Error	68.31	27	2.53		

 $p < .05$

처치종류에 따른 집단별로는 운동처치 전·후 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F=9.819$, $p < .004$). 따라서 12주간 운동처치에 따른 집단별 허리둘레는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

집단간 처치효과를 규명하기 위하여 사후 값에서 사전 값을 뺀 값을 가지고 허리둘레에 대한 집단간 일원변량분석 결과는 Table 6.과 같다. Table 6.에서 보는 바와 같이 허리둘레는 운동처치에 따른 집단간에는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며($F=20.974$, $p < .001$), Tukey법을 이용한 사후검증 결과, 통제그룹에 비해 저항 운동그룹($p < .001$)이 유의하게 감소되었고 통제그룹과 비교한 유산소 운동그룹($p < .001$)에서도 유산소그룹이 유의하게 감소된 것으로 나타났다.

2) 혈압

운동처치에 따른 집단별 혈압의 평균과 표준편차는 Table 7.과 같다. Table 7.에서 보는 바와 같이 통제그룹의 운동처치 전·후 수축기 혈압의 평균은 134.7 mmHg, 132.7 mmHg, 유산소 운동그룹 127.0 mmHg, 120.9 mmHg, 저항 운동그룹 131.1 mmHg, 126.0 mmHg로 각각 나타났다. 특히 유산소 운동그룹과 저항 운동그룹은 운동처치 전에 비하여 각각 4.8%, 3.9% 감소된 것으로 나타났다. 또한 통제그룹의 운동처치 전·후 확장기 혈압의 평균은 78.9 mmHg, 79.7 mmHg, 유산소 운동그룹의 경우 78.6 mmHg, 76.6 mmHg, 저항 운동그룹의 경우 78.9 mmHg, 76.7 mmHg로 나타났다. 특히 유산소 운동그룹과 저항 운동그룹은 운동처치 전에 비하여 각각 2.5%, 2.8% 감소된 것으로 나타났다.

집단별 운동처치에 따른 수축기 혈압의 반복측정 분산분석 표는 Table 8.과 같다. Table 8.에서 보는 바와 같이 수축기 혈압은 처치종류에 따른 집단별로는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F=15.756$, $p < .001$). 따라서 운동처치에 따른 집단별 수축기 혈압은 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. Table 8.에서 통제그룹의 운동처치 전·후 확장기

Table 7. Change of systolic and diastolic blood pressure on the treatment in each group

Group Factor	control (n = 10)		Aerobic (n = 10)		Resistance (n = 10)	
	pre	post	pre	post	pre	post
SystolicBP (Hg)	134.7 ± 9.1*	132.7 ± 14.5	127.0 ± 8.0	120.9 ± 8.3	131.1 ± 5.8	126.0 ± 5.2
Diastolic BP(Hg)	78.9 ± 2.3*	79.7 ± 3.4	78.6 ± 1.3	76.6 ± 1.6	78.9 ± 1.7	76.7 ± 1.6

Values are Means ± SD

Table 8. Result of ANOVA about systolic blood pressure on the treatment in each group

Source	SS	df	MS	F	p
Treatment	336.07	1	336.07	15.756	.001
Treatment*Group	25.03	2	12.52	.587	.563
Error	575.90	27	21.33		

 $p < .05$

혈압의 평균은 78.9 mmHg, 79.7 mmHg, 유산소 운동그룹의 경우 78.6 mmHg, 76.6 mmHg, 저항 운동그룹의 경우 78.9 mmHg, 76.7 mmHg로 나타났다. 특히 유산소 운동그룹과 저항 운동그룹은 운동처치 전에 비하여 각각 2.5%, 2.8% 감소된 것으로 나타났다.

집단간 처치효과를 규명하기 위하여 사후 값에서 사전 값을 빼 값을 가지고 수축기 혈압에 대한 집단간 일원변량분석 결과는 Table 9.과 같다. Table 9.에서 보는 바와 같이 수축기 혈압은 운동처치에 따른 집단간에는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

(1) 확장기 혈압

집단별 운동처치에 따른 확장기 혈압의 반복측정 분산분석 표는 Table 10.과 같다. Table 10.에서 보는 바와 같이 확장기 혈압은 운동처치에 따른 집단별로는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($F=25.252$, $p < .001$). 따라서 운동처치에 따른 집단별 확장기 혈압은 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

집단간 처치효과를 규명하기 위하여 사후 값에서 사전 값을 빼 값을 가지고 확장기 혈압에 대한 집단간 일원변량분석 결과는 Table 11.과 같다. Table 11.에서 보는 바와 같이 확장

Table 9. Result of ANOVA about systolic blood pressure on the treatment among the group

Source	SS	df	MS	F	p
Group	50.07	2	25.03	.587	.563
Error	1151.80	27	42.66		

 $p < .05$ **Table 10.** Result of ANOVA about diastolic blood pressure on the treatment in each group

Source	SS	df	MS	F	p
Treatment	19.27	1	19.27	25.252	.001
Treatment*Group	28.13	2	14.07	18.437	.001
Error	20.60	27	.76		

 $p < .05$ **Table 11.** Result of ANOVA about diastolic blood pressure on the treatment among the group

Source	SS	df	MS	F	p
Group	56.27	2	28.13	18.437	.001
Error	41.20	27	1.53		

 $p < .05$

기 혈압은 운동처치에 따른 집단간에는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며($F=18.437$, $p<.001$), Tukey법을 이용한 사후검증 결과, 통제그룹에 비해 저항 운동그룹($p<.001$)이 유의하게 감소되었고, 통제그룹에 그룹에 비해 유산소 운동그룹($p<.001$)이 유의하게 감소되었다.

3) 혈중 글루코스

운동처치에 따른 집단별 공복시 혈중 글루코스의 평균과 표준편차는 Table 12.과 같다. Table 12.에서 보는 바와 같이 통제그룹의 운동처치 전·후 공복시 혈중 글루코스의 평균은 91.6 mg/dl, 96.0 mg/dl, 유산소 운동그룹의 경우 89.3 mg/dl, 79.8 mg/dl, 저항 운동그룹의 경우 94.0 mg/dl, 84.4 mg/dl로 나타났다. 특히 유산소 운동그룹과 저항 운동그룹은 운동처치 전에 비하여 각각 10.6%, 10.2% 감소된 것으로 나타났다.

집단별 운동처치에 따른 공복시 혈중 글루코스의 반복측정 분산분석표는 Table 13.과 같다. Table 13.에서 보는 바와 같이 공복시 혈중 글루코스는 운동처치에 따른 집단별로는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F=6.512$, $p<.017$). 따라서 운동처치에 따른 집단별 공복시 혈중 글루코스는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

집단간 처치효과를 규명하기 위하여 사후 값에서 사전 값을 뺀 값을 가지고 혈중 글루코스에 대한 집단간 일원변량분석 결과는 Table 14.와 같다. Table 14.에서 보는 바와 같이 혈중 글루코스는 운동처치에 따른 집단간에는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

4) 중성지방

운동처치에 따른 집단별 중성지방의 평균과 표준편차는

Table 12. Change of plasma glucose on the treatment in each group

Group Factor	Control (n = 10)		Aerobic (n = 10)		Resistance (n = 10)	
	pre	post	pre	post	pre	post
glucose(mg/dl)	91.6 ± 9.7*	96.0 ± 10.6	89.3 ± 7.3	79.8 ± 6.4	94.0 ± 7.3	84.4 ± 6.9

Values are Means ± SD

Table 13. Result of ANOVA about plasma glucose on the treatment in each group

Source	SS	df	MS	F	p
Treatment	355.27	1	355.27	6.512	.017
Treatment*Group	305.83	2	152.92	2.803	.078
Error	488.7	27	18.1		

$p < .05$

Table 14. Result of ANOVA about plasma glucose on the treatment among the group

Source	SS	df	MS	F	p
Group	611.67	2	305.83	2.803	.078
Error	2945.80	27	109.10		

$p < .05$

Table 15.와 같다. Table 15.에서 보는 바와 같이 통제그룹의 운동처치 전·후 중성지방의 평균은 99.2 mg/dl, 110.3 mg/dl, 유산소 운동그룹의 경우 102.5 mg/dl, 82.3 mg/dl, 저항 운동그룹의 경우 95.9 mg/dl, 74.2 mg/dl로 나타났다. 특히 유산소 및 저항 운동그룹은 운동처치 전에 비하여 각각 19.7%, 22.6% 감소된 것으로 나타났다.

집단별 운동처치에 따른 중성지방의 반복측정 분산분석표는 Table 16.과 같다. Table 16.에서 보는 바와 같이 중성지방은 운동처치에 따른 집단별로는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

집단간 처치효과를 규명하기 위하여 사후 값에서 사전 값을 뺀 값을 가지고 중성지방에 대한 집단간 일원변량분석 결과는 Table 17.과 같다. Table 17.에서 보는 바와 같이 중성지방은 운동처치에 따른 집단간에는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며($F=14.776$, $p<.001$), Tukey법을 이용한 사후검증 결과, 통제그룹과 비교한 저항 운동그룹($p<.001$)이 유의한 감소를 나타내었고 통제그룹과 비교한 유산소 운동그룹($p<.001$)에서도 유산소운동그룹이 유의하게 감소된 것으로 나타났다.

5) 고밀도 지단백 콜레스테롤(HDL-C)

운동처치에 따른 집단별 HDL-C의 평균과 표준편차는 Table 18.와 같다. Table 18.에서 보는 바와 같이 통제그룹의 운동처치 전·후 HDL-C의 평균은 34.8 mg/dl, 32.8 mg/dl, 유산소 운동그룹의 경우 37.0 mg/dl, 43.0 mg/dl, 저항 운동그룹의 경우 38.1 mg/dl, 46.3 mg/dl로 나타났다. 특히 유산소 운동그룹과 저항 운동그룹은 운동처치 전에 비하여 각각 16.2%, 21.5% 향

Table 15. Change of triglyceride on the treatment in each group

Group Factor	Control (n = 10)		Aerobic (n = 10)		Resistance (n = 10)	
	pre	post	pre	post	pre	post
TG (mg/dl)	99.2 ± 23.7*	110.3 ± 15.9	102.5 ± 7.1	82.3 ± 6.1	95.9 ± 5.4	74.2 ± 9.5

Values are Means ± SD

Table 16. Result of ANOVA about triglyceride on the treatment in each group

Source	SS	df	MS	F	p
Treatment	41.67	1	41.67	.249	.622
Treatment*Group	4945.73	2	2472.87	14.776	.001
Error	4518.60	27	167.36		

$p < .05$

Table 17. Result of ANOVA about triglyceride on the treatment among the group

Source	SS	df	MS	F	p
Group	9891.47	2	4945.73	14.776	.001
Error	9037.20	27	334.71		

$p < .05$

Table 18. Change of HDL-C on the treatment in each group

Group	Control (n = 10)		Aerobic (n = 10)		Resistace (n = 10)	
Factor	pre	post	pre	post	pre	post
HDL-C (mg/dl)	34.8 ± 6.8*	32.8 ± 8.2	37.0 ± 5.2	41.0 ± 7.7	38.1 ± 8.3	46.3 ± 8.8

*Values are Means ± SD

Table 19. Result of ANOVA about HDL-C on the treatment in each group

Source	SS	df	MS	F	p
Treatment	173.40	1	173.40	41.141	.001
Treatment*Group	262.80	2	131.40	31.176	.001
Error	113.80	27	4.22		

 $p < .05$

Table 20. Result of ANOVA about HDL-C on the treatment among the group

Source	SS	df	MS	F	p
Group	525.60	2	262.80	31.176	.001
Error	227.60	27	8.43		

 $p < .05$

상된 것으로 나타났다.

집단별 운동처치에 따른 HDL-C의 반복측정 분산분석표는 Table 19.과 같다. Table 19.에서 보는 바와 같이 HDL-C은 운동처치에 따른 집단별로는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F = 41.141$, $p < .001$). 따라서 운동처치에 따른 집단별, 집단간 HDL-C는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

집단간 처치효과를 규명하기 위하여 사후 값에서 사전 값을 뺀 값을 가지고 HDL-C에 대한 집단간 일원변량분석 결과는 Table 20.과 같다. Table 20.에서 보는 바와 같이 HDL-C은 운동처치에 따른 집단간에는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며($F = 31.176$, $p < .001$), Tukey법을 이용한 사후검증 결과, 통제그룹과 비교한 저항 운동그룹($p < .001$)이 유의한 증가를 나타내었으며, 통제그룹과 유산소 운동그룹($p < .001$) 간의 비교에서도 유산소운동그룹이 유의한 증가를 나타내었다.

IV. 논 의

본 연구는 대사증후군 위험요소를 갖고 있는 비만청소년을 대상으로 실시한 12주 동안의 유산소 운동과 저항운동이 대사증후군 구성요소에 미치는 영향을 규명하기 위하여 수행하였다. 이를 위하여 혈중 글루코스, 혈압, 중성지방, HDL-C, 허리둘레와 같은 대사증후군 구성요소를 사전, 사후로 나누어 분석하였으며, 연구결과에 대한 논의는 다음과 같다.

1. 운동유형이 대사증후군 구성요소에 미치는 영향

1) 허리둘레

최근 비만인의 체지방 분포상 특성과 관련하여 복부비만의

위험성이 널리 지적되고 있는데, 복부비만은 다른 피하지방보다 쉽게 분해 되어 혈중 지방농도를 증가시켜 동맥경화를 빠르게 유도할 수 있으며(Anderssen, Holme, Urdal, & Hjermann, 1998), 비만에 의해서 심장병 및 다른 만성질환의 위험인자들을 증가시키는 것으로 밝혀졌다(Clarke, Woolson, & Lauer, 1986). 본 연구에서 대사증후군 구성요소로 사용된 허리둘레는 복부지방을 간접적으로 측정하는 지표이다. 특히, 복부 내장지방은 용적이 크고 합성이나 분해가 빠르게 진행되기 때문에 혈중 유리지방산(free fatty acid) 농도를 쉽게 증가시켜 대사에 부정적인 영향을 미친다(Bjorntorp, 1996; Svedberg, Bjorntorp, Smith, & Lonroth, 1990).

본 연구의 결과를 종합적으로 고찰하면 많은 선행연구들과 유사한 결과로(Arroll & Beaglehole, 1992; Laaksonen, Salonen and Niskanen, 2002; Rice, Janssen, usdon and Ross, 1999; Ross, et al, 2000; U.S. Department of Health and Human Services, 1996) 유산소성 및 저항 운동이 모든 대사증후군의 구성요소에 긍정적인 변화를 일으켰으며, 한국인에 있어서도 여러 심혈관계 질환의 요인들이 복합적으로 나타나는 대사증후군의 예방과 치료를 위해 운동과 바른 생활습관은 필수적으로 고려되어야 한다.

2) 혈압

우리나라의 질환별 사망원인은 순환계 질환에 의한 사망률이 가장 높은 비율을 차지한다. 1999년 전체 사망자수 246,593명 중 순환계질환에 의한 사망자수는 57,531명이었고, 인구 십만명당 23,300명이 순환계 질환으로 사망하였으며, 이중 1,500명은 고혈압으로 사망하였다(통계청, 2004).

혈압과의 관계에 있어서 운동으로 혈류가 변하는 것은 크게 3가지 양상으로 나타난다. 단기간의 변화는 체액의 이동과 적혈구 응집력의 변화에 의해 혈액 점도가 증가하는 것이며, 중기간의 효과는 혈장량이 증가함으로써 혈액의 점도가 낮아지게 되며, 장기간의 효과는 훈련으로 인해서 호르몬과 대사 변화가 생겨서 혈액의 유동성이 더욱 증가한다(Brun et al, 1998). 결과적으로 혈액의 점도가 낮아져서 유동성이 증가하면 혈압은 낮아지게 되고, 근육에 산소를 더 많이 공급하게 되어 대사증후군을 개선시키는 효과가 있다.

유산소성 운동은 혈관탄성을 증가시켜 수축기 혈압을 감소시킨다는 보고들에는 이견이 없다. 그러나 근육강화 운동인 저항 트레이닝은 혈압 감소에 긍정적인 효과가 있었다는 일부 보고도 있지만 일관된 자료를 제공하지는 못하였다. 최근 혈관탄성과 관련한 혈압 연구들에서는 장기간 근육운동으로 단련된 선수들은 일반인보다 혈관탄성이 더 낮다는 보고가 지배적이다. David, A., et al(1999)의 연구에서 중량 트레이닝 선수와 일반인의 혈관탄성과 비교한 연구결과 혈관탄성이 일반인 보다 14ms 적게 나타났고, 펄스압력은 10Hg 높게 나타났으며, 혈관저항도 0.37 mmHg·s·cm⁻¹나 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 고혈압 환자의 운동에 있어 지구성운동은 혈압감소와 혈관탄성 회복에 효과적이지만 근육을 강화시키는 트레이닝은 부정적인 영향을 주기 때문에 심혈관계 질환자는

금기시 되고 있다.

본 연구에서 운동그룹의 수축기 혈압은 유의하게 감소하였고 이것은 대사증후군이나 심혈관계 질환이 있는 사람에게서 운동으로 혈압이 감소하였다는 Buemann과 Tremblay(1996), Eriksson et al(1997), Gordon, Scott, Wilkinson, Duncan, and Blair(1990), Laaksonen et.al(2002)의 결과와 일치하는 것이다. 특히 수축기 혈압은 대사증후군 각각의 구성요소와 관계가 있으며(Whaley, Kampert, Kohl, and Blair, 1999), 본 연구와 마찬가지로 Godsland I.F., Leyva, Walto, Worthington, and Stevenson(1998)과 Van Hoof et al(1989), Hagberg(1990)의 연구에서도 확장기 혈압보다는 수축기 혈압이 유의하게 감소하였다. Fleck(1988)은 circuit 타입의 중강도 운동은 운동 중 혈압상승 없이 안전하게 효과적으로 혈압의 감소에 긍정적인 효과를 미친다고 하였다. 본 연구에서도 운동을 통해 근육으로의 혈액 흐름을 향상시켜 혈관저항을 줄임으로써 혈압을 감소시킨 것으로 여겨진다. 물론 여기에는 운동에 의한 인슐린 민감성의 개선을 통해 혈중 글루코스와 혈중지질의 감소도 작용을 하였을 것으로 사료된다. 이러한 혈압감소의 효과는 또한 비만한 사람과 고혈압이 있거나, 2형 당뇨병의 가족력이 있는 사람에게서도 효과가 있다(Manson & Spelsberg, 1994). 그리고 Jones, Kim, Andrew, Kim, and Hong(1994)의 연구에서 한국인의 경우 혈압과 BMI는 선형적인 상관관계를 보여 운동을 통한 참가자들의 허리둘레 감소는 본 실험에서 나타난 수축기 혈압의 저하에 영향을 미친 것으로 보인다.

3) 혈중 글루코스

대사증후군의 주요 원인으로 알려진 인슐린 저항의 문제에 있어서 운동은 세포막의 인슐린 수용체 및 후수용체의 기능을 향상시키고, 골격근의 인슐린 민감도를 개선하여 근육에서의 에너지 대사를 높임으로써 체지방을 감소시키는 역할을 한다(John, 1997). 그리고 좌업생활을 하는 사람들이나 내당능장애가 있는 사람들의 경우 운동 부족에 의해 근육이 감소하게 되면 골격근의 글루코스 전달분자의 수가 감소하게 되지만 유산소 운동은 원활하게 혈중 글루코스를 근육 세포내로 전달할 수 있도록 하는 GLUT4 농도를 60-98% 정도 증가시킬 수 있다(Regensteiner, 1995). 또한 규칙적인 운동에 의해 근육으로의 혈류 증가가 지속적으로 일어나면 근육내 혈관의 밀도가 20-40% 정도 증가됨을 보인다(Rankinen, 1997).

본 연구에서 혈중 글루코스의 변화를 보면 유산소 및 저항운동그룹에서는 약간의 감소를 보이지만 통제그룹에서는 오히려 조금 증가하였다. 이것은 인체내 체지방량 증가와 운동 부족 등과 같은 환경적인 요인으로 인해 인슐린에 대한 세포 조직의 민감도가 점차 줄어들게 되는 경향과 이로 인해 보상적으로 공복시 인슐린 수치는 증가하게 되어(Haskell, 1994) 혈중 글루코스도 증가하게 되는 것과 관계가 있다. 그리고 운동그룹의 혈중 글루코스 변화는 다른 대사증후군 구성요소와의 상관관계 속에서(Whaley et al, 1999), 혈압, 중성지방, 허리둘레의 감소에 긍정적인 영향을 미친 것으로 사료된다.

특히, 운동처치 전·후 통제그룹의 공복 혈중 글루코스는

91.6±9.7 mg/dl에서 96.0±10.6 mg/dl로 증가한 반면 유산소 운동그룹의 공복 혈중 글루코스 농도는 89.3±7.3 mg/dl에서 79.8±6.4 mg/dl, 저항 운동그룹은 94.0±7.3 mg/dl에서 84.4±6.9 mg/dl로 낮아진 것은 운동 트레이닝에 의해 대사적 결함이 개선될 수 있음을 시사하고 있으며 이러한 효과는 곧 당 대사 장애 개선을 통해 관련 합병증인 심혈관계 질환이 예방되는 긍정적인 결과를 보여주고 있는 것이다.

이러한 유산소성 트레이닝에 의한 대사개선의 주요 원인으로 유산소성 트레이닝에 의해 근육의 모세혈관 밀도(capillarity), 산화적 효소 활성화도(aerobic enzyme concentration) 및 mitochondria 밀도 증가가 밝혀져 있는 상황이다(Casaburi, 2000; Mador & Bozkanat, 2001).

저항운동은 근육의 모세혈관 밀도를 높이며 글리코겐, ATP, PC 등의 저장량을 증가시키고(Tesch, 1988), 운동하는 근육은 글루코스 이용을 안정시보다 7-20배 정도 늘릴 수 있다(Wahren, Felig, Ahlborg, and Jorfeldt, 1971). 이것은 본 연구에서 처치한 저항운동을 통해서 늘어난 근력, 근지구력 등이 혈중 글루코스, 중성지방 등의 변화와 일정한 관계가 있는 것으로 생각된다. 하지만 기간이 짧고, 중학교 학생을 대상으로 실험하면서 운동 강도와 시간이 충분하지 않아 혈중 글루코스 감소는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 생각된다.

4) 중성지방

운동은 탄수화물과 지방의 에너지 대사를 촉진하고 positive energy balance 상태에서 축적된 지방의 사용을 늘려 중성지방(TG)을 낮출 수 있다. 이것은 Durstine과 Haskell(1994), Lampman과 Schteingart(1991), Wood(1993)의 연구 결과와 같이 본 연구에서도 운동그룹의 중성지방은 다소 감소하였다. 또한 중성지방은 허리둘레와 HDL-콜레스테롤의 변화와도 깊은 상관관계를 가지며(Whaley et al, 1999), 본 실험 결과에서도 운동에 의한 HDL-콜레스테롤의 증가가 허리둘레와 중성지방 감소에 바람직한 작용을 한 것으로 사료된다.

본 연구에서 중성지방 농도의 변화양상을 살펴보면, 유산소 운동그룹과 웨이트트레이닝 그룹에서 트레이닝 후 유의하게 감소한 것으로 나타났다. Stone, Fleck, Triplet & Krarmer(1991)의 연구에서 웨이트트레이닝을 규칙적으로 참여한 사람들의 중성지방 농도가 낮게 나타났다고 보고함으로써 긍정적인 효과를 강조한 바 있는데, 저항운동을 적용한 비만인 그룹의 유의한 중성지방 농도 감소는 지방의 에너지 동원을 유도하는 지단백 분해효소를 활성화시키고 간의 중성지방 분해효소의 활성화를 억제한 것에 기인한다고 생각된다(Kokkinos et al., 1988).

9~12개월의 운동 프로그램을 통해서 체성분의 변화와 관련되어 혈중지질이 향상되었고(Kohrt, Obert & Holloszy, 1992), 총콜레스테롤(TC)과 중성지방은 체중감소와 더불어 유의하게 감소한 반면 HDL-C의 증가나 LDL-C의 감소는 나타나지 않았다고 보고(Loksy, & Tran, 1988)하고 있다. 20주 동안 유산소 운동 프로그램을 실시한 후 TC는 32.2 mg/dl(16.3%), LDL-C은 20.9 mg/dl(15.5%), 중성지방은 44.2 mg/dl(34.9%)가 감소

되었으며, HDL-C은 12.5 mg/dl(36.5%)가 유의하게($P < .01$) 증가하였다는 박상갑, 윤미숙, 이성근(2000)의 연구와 27명의 당뇨병 환자를 대상으로 3개월간 운동 프로그램을 통해 IDDM 환자의 경우 HDL-C는 증가하고, NIDDM 환자의 LDL-C는 감소하였다는 Rigla et al. (2000)의 보고가 있다.

웨이트트레이닝 훈련에 따른 혈중 중성지방의 변화에 관한 선행연구들에서도 30대 미만 남성을 대상으로 36주간 60~70% RM 수준으로 주 3회 웨이트트레이닝을 실시한 결과 12주 후 중성지방의 농도가 조깅 집단보다 높게 감소하였다고 밝히고 있으며(임광철, 나봉순, 박승화, 1997; 오대성, 안옥희, 정진혁, 윤신중, 1998), 홍성진(1999)등도 웨이트트레이닝 운동 후 혈중 중성지방의 농도가 유의하게 감소하였다고 보고하고 있다. 따라서 훈련에 따른 혈중 중성지방의 변화는 특정한 운동이나 스포츠 종목과는 무관하게 에너지 소비적 활동인 훈련이나 운동에 의해서 전반적인 감소 현상이 나타날 수 있는 혈중 요인으로 분류할 수 있으며, 이러한 현상은 성장기에 있는 비만청소년에게 있어서도 유사한 운동 효과를 유도할 수 있다고 사료된다.

5) 고밀도 지단백 콜레스테롤(HDL-C)

HDL-콜레스테롤은 혈관내벽에 쌓여있는 콜레스테롤을 간으로 가져가는 좋은 역할을 수행하는 지단백질이다. HDL-콜레스테롤은 다른 지단백 콜레스테롤과 달리 단백질의 함량이 많으며, 콜레스테롤을 세포에서 간으로 수송하는 역절달 역할을 함으로써 지질 개선에 긍정적인 역할을 한다. 운동, 저지방식이 등은 혈중 HDL-콜레스테롤을 증가시키는 반면, 흡연이나 당뇨병은 HDL-콜레스테롤을 감소시킨다. Berg, A., Frey, I., Manfred, W.(1994)은 신체활동이 HDL-콜레스테롤 농도 증가를 가장 많이 증가시킨다고 보고하고 있다.

대부분의 선행연구에서도 운동을 통해 HDL-콜레스테롤이 높아지는 것으로 알려져 있으며(Eriksson et al, 1997; Stefanik & Wood, 1994), 특히, 저항 운동은 심폐능력의 변화 없이도 HDL-콜레스테롤을 13% 정도 향상시키며, HDL-콜레스테롤에 대한 총콜레스테롤의 비율도 낮출 수 있다(Hurley, Hagberg and Goldberg., 1988). 운동은 단독적으로 또는 식이조절과 병행하여 대사증후군이 있는 사람들에게 있어서 혈중 지질을 개선시킬 수 있으며(Eriksson et al, 1997), 본 연구에서 중성지방 감소와 HDL-콜레스테롤 증가는 이러한 운동의 효과가 큰 것으로 보인다. 이것은 대사증후군이 있는 사람들을 대상으로 실시한 Gudat, Berger, and Lefèbvre(1994)와 Pollare, Vessby, and Lithell (1991)의 연구 결과에서 LDL-콜레스테롤은 낮아지고 HDL-콜레스테롤 증가한 결과와 일치하는 것이다.

김용영과 서준중(2001)은 8주간의 웨이트트레이닝 후 혈중 HDL-C 농도가 정상인 그룹에서 유의하게 증가하였으며, Johnson, Stone, Byrd., & Lopez-A.(1982)은 규칙적인 웨이트트레이닝 후 HDL-C 농도가 증가된다고 하였으며, Pollock, Wilmore, & Fox.(1984)은 혈중 HDL-C 농도는 관상동맥질환 방지의 예측지표에 해당한다고 하였으며, Noble(1986)은 TC 농도가 동일하더라도 HDL-C 농도와 LDL-C 농도에 따라 심

장병의 발생여부가 전혀 다르게 진행될 수 있다고 주장하였다. 이러한 혈중 HDL-C 농도의 증가기전은 운동으로 인해 활성화된 지질대사 및 LDL-C 이화작용, HDL-C의 혈장내 유입 증가, 근육조직의 에너지소비에 의한 LDL-C과 apolipoprotein의 전이 상승, 인슐린, 글루카곤, 갑상선 호르몬 및 성호르몬 등이 요인으로 제안된다(Goldberg, Elliot, Schutz, & Kloster, 1984).

Banz et al(2003)의 연구에 의하면 중심성 비만(android obesity)을 나타내는 중년남성인 경우 10주간의 단기 유산소성 트레이닝 시행에 의해서도 HDL-C가 증가되고 WHR (waist-to-hip ratio)이 감소되는 긍정적인 효과를 보였으며 이러한 유산소성 트레이닝에 의한 대사개선의 주요 원인으로 유산소성 트레이닝에 의해 근육의 모세혈관 밀도(capillarity), 산화적 효소 활성화(aerobic enzyme concentration) 및 mitochondria 밀도 증가가 밝혀져 있는 상황이다(Casaburi, 2000; Mador & Bozkanat, 2001). 그러나 트레이닝 중단(detaining)에 의한 영향을 다룬 연구들은 운동 트레이닝을 중단할 경우 수주에서 수개월 내에 혈중 중성지방이 증가되고 HDL-C가 감소되며(Tokmakidis & Volaklis, 2003; Motoyama et al, 1995; Giada et al, 1995) 이러한 현상은 고도로 훈련된 지구성 운동선수에게서도 확인되었다(Petibois, Cassaigne, Gin, & Deleris, 2004). 그러므로 심혈관계 질환 예방을 위한 운동처방 프로그램은 장기간 규칙적으로 지속되어야 할 필요가 있다.

운동에 의한 TC/HDL-C 비율의 감소는 장기간 웨이트트레이닝 후 근육면적의 증가와 안정시 기초대사량의 상대적 증가 및 지방대사 활성화를 유도한 체지방 체중의 증가 때문으로 생각된다(김형목, 1997). 이상에서 혈중 지질변인의 변화를 종합해보면, 웨이트트레이닝은 세트간 휴식시간이 짧게 적용될 경우가 HDL-C 및 중성지방 농도의 변화에 대해서는 보다 현저하게 영향을 미치는 것으로 간주된다. 이러한 본 연구결과는 비만인을 대상으로 운동 프로그램에 참여시킨 결과 HDL-C의 유의한 증가 현상이 나타났다고 주장한 선행 연구들(Sopko, Leon, Jacobs, 1985)과 김교성(1992), 조충현(1997)의 국내 연구결과와 일치하고 있다. 본 연구결과와 선행연구의 결과를 종합해 볼 때, 에너지 소비적 활동인운동의 형태에 따른 혈중 지질 성분 중 HDL-C의 변화 형태에 대한 고찰은 운동의 형태나 피험자의 병리 생리학적 상태, 성별, 그리고 운동 기간 등에 따라서 그 자체의 변화 형태가 크게 좌우된다고 볼 수 있다.

V. 결 론

12주간의 운동형태가 비만청소년의 대사증후군 구성요소, 체력요소, 그리고 대사호르몬에 미치는 영향을 규명하기 위하여 본 연구는 대사증후군과 체력요소, 그리고 대사호르몬에 대한 변화를 조사하였으며, 본 연구의 분석결과는 다음과 같다.

운동처치에 따른 집단별 대사증후군 구성요소의 변화는 유산소 및 저항 운동그룹의 경우 허리둘레, 수축기 혈압, 확장기 혈압, 혈중 글루코스 등은 감소하였고, HDL-콜레스테롤은

증가하였으며, 대부분의 구성요소들은 긍정적인 향상을 보였다. 하지만 통제그룹에 있어서는 HDL-콜레스테롤을 제외한 대부분의 구성요소가 증가하였다. 운동처치에 따른 집단간 대사증후군 구성요소의 비교에서는 허리둘레, 확장기 혈압, 중성지방, HDL-C 등은 집단간에 통계적으로 유의한 차이가 난 반면, 수축기 혈압과 혈중 글루코스 등은 집단간 차이가 없는 것으로 나타났다. 이상의 결론을 종합하면, 비만청소년에 있어 유산소 및 저항운동은 체력 향상에 효과적이며 대사증후군 위험요소의 치료에 있어도 긍정적인 영향을 미치는 것을 알 수 있으며, 운동과 식이조절 같은 생활습관의 개선이 필요하다고 사료된다.

참고문헌

- 김교성(1992). 유산소성 운동이 혈중 지질 및 지단백 콜레스테롤에 미치는 영향. *한국체육학회지*, 31(1): 339-347.
- 김용영, 서준중 (2001). 비만과 비비만자들의 혈청 지질 및 지단백 성분에 대한 웨이트 트레이닝 효과에 관한 연구. *목포대학교 응용스포츠과학연구소 논문집*, 1: 117-134.
- 김형목. (1997). 웨이트트레이닝이 노인의 근력, 신체조성과 혈중 지질에 미치는 영향. 박사학위논문, 한국체육대학교, 서울.
- 박상갑, 윤미숙, 이성근 (2000). 유산소운동이 제 II형 당뇨병환자의 혈중 Glucose과 혈압에 미치는 영향, *한국사회체육학회지*, 14: 509-521.
- 오대성, 안옥희, 정진혁, 윤신중(1998). 유산소 운동과 무산소 운동이 신체조성과 혈중지질에 미치는 영향. *한국체육학회지*, 37(3): 242-255.
- 임광철, 나봉순, 박승화(1997). 트레이닝 유형에 따른 혈중 total cholesterol 및 triglyceride의 농도변화. *경기도 체육학회지 창간호*, 161-169.
- 조충현(1997). 규칙적인 유산소 운동이 체력, 운동수행력 및 혈중 지질 수준에 미치는 영향. *한국체육학회지*, 36(2): 235-247.
- 통계청(2004). 2004년 사망원인 통계 연보.
- 홍성진(1999). 근력운동프로그램이 성인여성의 혈장 지단백 변화에 미치는 영향. 석사학위논문, 관동대학교 교육대학원.
- ACSM's Guideline for Exercise Testing and Prescription(2000). *American College of Sports Medicine*, 6th ed, 215, 223-230.
- Anderssen, S. A., Holme, I., Urdal, P., & Hjermann, I. (1998). Associations between central obesity and indexes of hemostatic, carbohydrate and lipid metabolism. Results of a 1-year intervention from the Oslo Diet and Exercise Study. *Scand J Med Sci Sports*, 8, 109-115.
- Arroll B., and Beaglehole R.(1992). Does physical activity lower blood pressure: a critical review of the clinical trials. *J Clin Epidemiol*, 45, 439-447.
- Banz, W. J., Maher, M. A., Thompson, W. G., Bassett, D. R., Moore, W., Ashraf, Keefer, D. J., & Zemel, M. B.(2003). Effects of resistance versus aerobic training on coronary artery disease risk factors. *Exp Biol Med*, 228, 434-440.
- Berg, A., Frey, I., & Manfred, W. (1994). Physical Activity and Lipoprotein Lipid Disorders. *Sports Med*, 17(1): 6-21.
- Bjorntorp, P.(1996). The regulation of adipose tissue distribution in humans. *Int J Obs*, 20, 291-302.
- Brun J. F., Khaled S., Raynaud E., Bouix D., Micallef J. P., and Orsetti A.(1998). The triphasic effects of exercise on blood rheology: Which relevance to physiology and pathophysiology? *Chin Hemorheol Microcirc*, 19(2), 89-104.
- Buermann B., and Tremblay A.(1996). Effects of exercise training on abdominal obesity and related metabolic complications. *Sports Med*, 21(3), 191-212.
- Casaburi, R.(2000). Skeletal muscle function in COPD. *Chest*, 117, 276S-271S.
- Clarke, W. R., Woolson, R. F., & Lauer, R. M. (1986). Changes in ponderosity and blood pressure in childhood: the Muscatine Study. *Am J Epidemiol*, 124, 195-206.
- David, A., Tamara K., Christoph, D., Gatzka, James D., Anthony, M., & Browyn, A.(1999). Muscular Strength Training is Associated with low Arterial Compliance and High Pulse Pressure. *Hypertension*, 33,1385-1391.
- DeFronzo R. A., and Ferrannini E.(1991). Insulin resistance, A multifaceted syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, and atherosclerotic cardiovascular disease. *Diabetes Care*, 14, 286-300.
- Durstine J. L., and Haskell W. L.(1994). Effects of exercise on plasma lipids and lipoproteins. *Exerc Sport Sci Rev*, 22, 477-521.
- Eriksson J, Tuominen J, Valle T, Sundberg S, Sovijarvi A, Lindholm H, Tuomilehto J, & Koivisto V.(1997). Aerobic endurance exercise or circuit-type resistance training for individuals with impaired glucose tolerance? *Horm Metab Res J*, 30(1), 37-41.
- Fleck S.(1988). Cardiovascular adaptations to resistance training. *Med Sci Sports Exerc*, 20: S146-S151.
- Giada, F., Vigna, G. B., Vitale, E., Baldo-Enzi, G, Bertaglia, M., Crecca, R., & Fellin, R.(1995). Effect of age on the response of blood lipids, body composition, and aerobic power to physical conditioning and deconditioning. *Metabolism*, 44(2), 161-165.
- Godsland I. F., Leyva F., Walton C., Worthington M., and Stevenson J. C.(1998). Associations of smoking, alcohol and physical activity with risk factors for coronary heart disease and diabetes in the first follow-up cohort of the Heart Disease and Diabetes Risk Indicators in a Screened Cohort study (HDDRISC-1). *J Intern Med Jul*, 244(1), 33-41.
- Goldberg, L., Eelliot, D. L., Schutz, R. W., & Kloster F. E. (1984). Changes in lipid and lipoprotein levels after weight training. *JAMA*, 252(4), 504-506.
- Gordon N. F., Scott C. B., Wilkinson W. J., Duncan J. J., and Blair S. N.(1990). Exercise and mild essential hypertension. Recommendations for adults. *Sports Med*, 10, 390-404.
- Gudat U., Berger M., and Lefèbvre P. J.(1994). *Physical activity, fitness, and non-insulin-dependent(type) diabetes mellitus*. In: Bouchard C., Shephard R.J., Stephens T.(eds) Physical activity, fitness and health. International proceedings and consensus statement. Human Kinetics, Champaign, Illinois, 669-683.
- Hagberg J. M.(1990). *Exercise, fitness and hypertension*. In: Bouchard C.(ed) Exercise, fitness and health: a consensus of current knowledge. Human Kinetic Books, Champaign, Illinois.
- Haskell W. L.(1994). *Does-response issues from a biological perspective*. In: Bouchard C., Shephard R., Stephens T.(eds) Physical activity,

- fitness, and health. International proceedings and consensus statement. Human Kinetics, Champaign, Illinois, 1030-1039.
- Hurley B. F., Hagberg J. M., and Goldberg A. P.(1988). Resistance training can reduce coronary risk factors without altering VO_2max or percent body fat. *Med Sci Sports Exerc*, 20, 150-154.
- John L. Ivy.(1997). Role of Exercise Training in the prevention and Treatment of Insulin Resistance and non-insulin dependent diabetes mellitus. *Sports Med*, 24, 321-336.
- Johnson, C. C., Stone, M. H., Byrd, R. J., & Lopez-s, A. (1982). The response of serum lipid and plasma and androgens to weight training exercise in sedentary males. *Sports Med*, 23, 39-41.
- Jones D. W., Kim J. S., Andrew M. E., Kim S. J., and Hong Y. P. (1994). Body mass index and blood pressure in Korean men and women: the Korea National Blood Pressure Survey. *J Hypertens*, 12, 1433-1437.
- Kohrt, W. M., Obert, K. M., & Holloszy, J. O.(1992). Exercise training Improves Fat Distribution Patterns in 60-70 years-old Men & Women. *J Gerontol*, 47(4), 99-105.
- Kokkinos, P. F., Hurley, B. F., Vaccaro, P., Patterson, J. D., Grander, L. B., & Ostrove, S. M (1988). Effects of low-and high-repetitions resistive on lipoprotein-lipid profiles. *Med Sci Sports Exerc*, 20(1), 50-54.
- Laaksonen D. E., Salonen J. T., and Niskanen L. E.(2002). Low levels of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness predict development of the metabolic syndrome. *Diabetes Care*, 25, 1612-1618.
- Lampman R. M., and Schteingart D. E.(1991). Effects of exercise training on glucose control, lipid metabolism, and insulin sensitivity in hypertriglyceridemia and non-insulin dependent diabetes mellitus. *Med Sci Sports Exerc*, 23, 703-712.
- Loksy, E. A., & Tran, Z. V. (1988). Effects of exercise training on serum lipid and lipoprotein concentrations in women: A meta-analysis. *Inter J Sports*, 10, 434-429.
- Mador, M. J. & Bozkanat, E.(2001). Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Res*, 2, 216-224.
- Maffei C., Zaffanello M., and Schutz Y.(1997). Relationship between physical inactivity and adiposity in prepubertal boys. *J Pediatr*, 31, 288-292.
- Manson J. E., and Spelsberg A.(1994). Primary prevention of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Am J Prev Med*, 10, 172-184.
- Martin, W. H., Dalsky, G. P., Hurley, B. F., Matthews, D. E., Bier, D. M., Hagberg, J. H., Rogers, M. A., King, D. S., & Holloszy, J. O.(1993). Effect of endurance training on plasma free fatty acid turnover and oxidation during exercise. *AM J Physiol*, 265, E708-E714
- Motoyama, M., Sunami, Y., Kinoshita, F., Irie, T., Sasaki, J., Arakawa, K., Kiyonaga, A., Tanaka, H., & Shindo, M.(1995). The effects of long-term low intensity aerobic training and detraining on serum lipid and lipoproteins in elderly men and women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 70(2), 126-31.
- Noble, B. J. (1986). *Physiology of exercise and sport*. Time Mirror/ Mosby College Publish, 317-345.
- Petibois, C., Cassaigne, A., Gin, H., & Deleris, G.(2004). Lipid profile disorders induced by long-term cessation of physical activity in previously highly endurance- trained subjects. *J Clin Endocrinol Metab*, 89(7), 3377-3384.
- Pollare T., Vessby B., and Lithell H.(1991). Lipoprotein lipase activity in skeletal muscle is related to insulin sensitivity. *Arterioscler Thromb*, 11, 1192-1203.
- Pollock, M. L., Wilmore, J. H., & Fox, S. M. (1984). *Exercise in health and disease*. Philadelphia Saunder, 25, 409-417.
- Rankinen T.(1997). Relationship between changes in physical activity and insulin during a 2.5-year follow-up study. *Metabolism*, 46: 1418-1423.
- Rice B., Janssen I., Hudson R., and Ross R.(1999). Effects of aerobic or resistance exercise and/or diet on glucose tolerance and plasma insulin levels in obese men. *Diabetes Care*, 22, 684-691.
- Rigla, M., Sanchez-Quesada, J.L., Ordonez- Lanos, J., Prat, T., Caixas, A., Jorba, O., Serra, J.R., de Leiva, A., & Perez, A. (2000). Effect of physical exercise on lipoprotein(a) and low-density lipoprotein modifications in the 2 diabetic patients. *Metabolism*, 49, 640-647.
- Ross R., Dagnone D., Jones P. J., Smith H., Paddags A., Hudson R., and Janssen I.(2000). Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med*, 133, 92-103.
- Rupp H.(1992). Insulin resistance, hyperinsulinemia, and cardiovascular disease. The need for novel dietary prevention strategies. *Basis Res Cardiol*, 87, 99-105.
- Sopko G, A. S. Leon, & D. R. Jacobs (1985). The effects of exercise and weight loss on plasma lipids in young obese men, *Metabolism*, 34: 227-236.
- Stefanick M. L., and Wood P. D.(1994). *Physical activity, lipid and lipoprotein metabolism, and lipid transport*. In: Bouchard C., Shephard R.J., Stephens T(eds) Physical activity, fitness and health. International proceedings and consensus statement. Human Kinetics, Champaign, I11, pp417-531.
- Stone, M. H., Fleck, S. J., Triplett, N. T., & Krammer, W. J. (1991). Health and performance related potential of resistance training. *Sports Med*, 11, 210-231.
- Svedberg, J., Bjortorp, P., Smith, U., & Lonroth, P.(1990). Free-fatty acid inhibition of insulin binding, degradation and action in isolated rat hepatocytes. *Diabetes*. 39, 570-574.
- Tesch P.(1988). Skeletal muscle adaptations to long-term heavy resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 20 Suppl 5, S132-S134.
- Tokmakidis, S. P. & Volaklis, K. A.(2003). Training and detraining effects of a combined-strength and aerobic exercise program on blood lipids in patients with coronary artery disease. *J Cardiopulm Rehabil*, 23(3), 193-200.
- U.S. Departmen of Health and Human Services(1996). *Physical Activity and Health: A report of the Surgeon General*. Atlanta, U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion.
- Van Hoof R., Hespel P., Fagand R., Lijnen P., Staessen J., and Antoon A.(1989). Effects of endurance training on blood

- pressure at rest, during exercise and during 24 hours in sedentary men. *Am J Cardiol*, 63, 945-949.
- Wahren J., Felig P., Ahlborg G, and Jorfeldt L.(1971). Glucose metabolism during leg exercise in man. *J Clin Invest*, 50: 2715-2725.
- Whaley M. H., Kampert J. B., Kohl H. W., and Blair S. N.(1999). Physical fitness and clustering of risk factors associated with the metabolic syndrome. *Med Sci Sports Exerc*, 31(2), 287-293.
- Wood P.D.(1993). Impact of experimental manipulation of energy intake and expenditure on body composition. *Crit Rev Food Sci*, 33, 369-373.

논 문 투 고 일 : 2007년 4월 30일
논문심사완료일 : 2007년 6월 20일
논문게재확정일 : 2007년 6월 22일